

水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术

杨磊 张洁

郑州黄河河务局荥阳黄河河务局 河南 郑州 450100

摘要：本文聚焦水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术。阐述了碾压混凝土定义、特点及在大坝工程中的适用性。详细介绍施工前的准备工作，包括原材料选择与检验、配合比设计、设备选型调试及场地准备。论述了施工工艺流程，涵盖模板安装、混凝土拌和运输、摊铺碾压、切缝养护。同时强调施工质量控制要点，如原材料、配合比、施工过程及成品质量检验，为大坝施工提供参考。

关键词：水利工程；大坝施工；碾压混凝土；施工技术

1 水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术概述

1.1 碾压混凝土的定义与特点

碾压混凝土是干硬性贫水泥混凝土，施工采用与土石坝类似的运输、铺筑和碾压设备。其通过减少水泥用量、增加骨料含量并严格控制水胶比，坍落度通常接近于零，呈干硬状态，施工时无法依靠自流平，需借助外部碾压设备密实。碾压混凝土优势明显。一是施工速度快，因干硬性可采用通仓薄层连续浇筑，大幅缩短工期，如某大型水利工程大坝采用此技术后工期比传统混凝土施工缩短近三分之一^[1]。二是成本较低，减少水泥用量降低原材料成本，且施工工艺简单，减少人工和机械使用成本。三是温控要求低，水化热释放缓慢，降低因温度应力产生裂缝的风险。不过，它也存在不足，比如层间结合质量较难控制，若处理不好，会影响大坝的整体性和耐久性。

1.2 碾压混凝土施工在大坝工程中的适用性

碾压混凝土施工在大坝工程中适用性广泛。对于高坝工程，它能满足快速施工要求，确保在规定时间内完成浇筑，减少施工不确定性对进度的影响。在地质条件复杂、施工季节受限地区，其高效性可保证工程按时完工。在地质条件较差区域，碾压混凝土凭借干硬性和整体性，能更好适应地基不均匀沉降，抵抗地基变形影响，保障大坝安全稳定。对于大型水利工程，它能减少施工缝数量，提高大坝整体性和抗渗性能，降低渗漏风险，保障大坝长期运行安全。碾压混凝土施工对施工场地要求较低，无需像常规混凝土施工那样设置大量搅拌站和运输通道，减少场地占用，降低对周边环境的影响。

2 水利工程大坝施工中碾压混凝土施工前的准备工作

2.1 原材料选择与检验

原材料的质量直接关系到碾压混凝土的性能和工程质量。水泥应选择质量稳定、强度等级合适的产品，其

品种和强度等级应根据大坝的设计要求和施工环境进行确定。要对水泥的细度、凝结时间、安定性等指标进行严格检验，确保其符合相关标准。骨料是碾压混凝土的重要组成部分，其质量对混凝土的强度、耐久性等性能有重要影响。粗骨料应选择质地坚硬、级配良好的石子，其最大粒径应根据混凝土的设计厚度和施工工艺进行选择。细骨料应选用质地坚硬、洁净的天然砂或人工砂，其细度模数应符合要求。在骨料进场前，要对骨料的含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量等指标进行检验，不合格的骨料严禁使用。外加剂的选择应根据混凝土的性能要求进行，如改善混凝土的和易性、提高混凝土的强度和耐久性等。外加剂的质量应符合相关标准，进场后要要进行性能检验，确保其与水泥和其他原材料的相容性良好。

2.2 配合比设计

配合比设计是碾压混凝土施工的关键环节，它直接影响到混凝土的性能和工程质量。在进行配合比设计时，首先要根据大坝的设计要求和施工环境，确定混凝土的强度等级、抗渗等级等性能指标。然后，通过试验确定水泥、骨料、水和外加剂的用量比例。在配合比设计过程中，要充分考虑碾压混凝土的特点，如干硬性、低水泥用量等。通过调整水胶比、砂率等参数，使混凝土具有良好的工作性能和力学性能^[2]。同时要进行分析，在满足混凝土性能要求的前提下，尽量降低原材料成本。配合比设计完成后，要进行试拌和试验验证，根据试验结果对配合比进行调整和优化，确保最终确定的配合比能够满足工程实际需求。

2.3 施工设备选型与调试

施工设备的选型应根据工程的规模、施工工艺和进度要求进行。对于碾压混凝土施工，主要设备包括混凝土搅拌机、运输车辆、摊铺机和碾压机等。混凝土搅

拌机应选择生产能力满足施工进度要求的设备,其搅拌质量应稳定可靠。运输车辆应具有良好的密封性和保温性能,以确保混凝土在运输过程中不发生离析和温度损失。摊铺机应具备均匀摊铺混凝土的能力,能够保证混凝土的摊铺厚度和平整度。碾压机的型号和重量,以确保能够达到规定的压实度。在设备进场后,要进行全面的调试和检查,对搅拌机的搅拌叶片、传动系统等进行检查和调整,确保其正常运行。对运输车辆的制动系统、密封装置等进行检查和维修,保证运输安全。对摊铺机和碾压机的行走系统、压实系统等进行调试,使其达到最佳工作状态。同时要对操作人员进行培训,使其熟悉设备的操作规程和注意事项。

2.4 施工场地准备

施工场地的准备是碾压混凝土施工顺利进行的基础。首先要对施工场地进行平整和清理,清除场地内的杂物、障碍物和软弱土层,确保场地坚实平整。对于地基承载力不足的区域,要进行加固处理,如采用换填、夯实等方法提高地基的承载能力。要根据施工进度和混凝土浇筑顺序,合理规划施工道路和材料堆放场地。施工道路应保证畅通无阻,能够满足混凝土运输车辆和施工设备的通行要求。材料堆放场地应进行硬化处理,防止材料受潮和污染。同时设置好排水系统,确保施工场地内不积水,避免影响混凝土的质量。另外,还要在施工场地内设置好测量控制点和水准点,为混凝土的施工放样和标高控制提供依据。同时做好安全防护措施,如设置围挡、警示标志等,确保施工安全。

3 水利工程大坝施工中碾压混凝土施工工艺流程

3.1 模板安装

模板安装是碾压混凝土施工的重要环节,它直接影响到混凝土的成型质量和外观效果。模板应选用质量合格、强度足够的材料,如钢模板或木模板。在安装模板前,要对模板进行清理和涂刷脱模剂,确保模板表面平整、光滑,易于脱模。

模板安装时要严格按照设计要求进行,保证模板的尺寸、位置和垂直度符合要求。对于大坝的曲面和异形部位,要采用专门的模板进行安装,确保混凝土的形状和尺寸准确。模板的拼接要严密,防止漏浆。要设置好模板的支撑和固定系统,确保模板在混凝土浇筑过程中不发生变形和位移。在模板安装完成后,要进行全面的检查和验收,对发现的问题及时进行整改。检查内容包括模板的尺寸、位置、垂直度、拼接严密性以及支撑和固定系统的稳定性等。只有验收合格的模板才能进行混凝土的浇筑。

3.2 混凝土拌和与运输

混凝土拌和是保证混凝土质量的关键环节。在拌和过程中,要严格按照配合比进行投料,确保各种原材料的用量准确。要控制好拌和时间,使混凝土充分搅拌均匀,达到良好的工作性能。拌和过程中要定期对混凝土的坍落度、含气量等指标进行检测,及时调整拌和参数,确保混凝土的质量稳定。混凝土运输要选择合适的运输车辆和运输方式,确保混凝土在运输过程中不发生离析、泌水和温度损失。运输车辆应具有良好的密封性和保温性能,运输过程中要尽量减少颠簸和停留时间。对于长距离运输,要采取适当的保温措施,如覆盖保温材料等。在混凝土运输到施工现场后,要进行坍落度等指标的复检,确保混凝土符合施工要求。如果混凝土出现离析、泌水等现象,要进行二次搅拌,合格后方可使用。

3.3 摊铺与碾压

摊铺是碾压混凝土施工的重要工序,它直接影响到混凝土的平整度和层间结合质量。摊铺时要采用摊铺机进行均匀摊铺,控制好摊铺厚度和速度。摊铺厚度应根据设计要求和施工工艺进行确定,一般控制在30cm左右。摊铺速度要适中,避免过快或过慢导致混凝土摊铺不均匀。在摊铺过程中,要及时对摊铺好的混凝土进行人工找平,确保混凝土表面平整。对于局部不平整的部位,要进行填补和修整。摊铺完成后,要及时进行碾压。碾压时要采用合适的碾压机,按照规定的碾压遍数和碾压顺序进行碾压。碾压顺序一般先从边缘开始,逐渐向中间推进,相邻碾压带应重叠一定宽度,确保碾压均匀。碾压过程中要注意控制碾压速度和压实度,避免漏压和过压。对于层间结合部位,要进行特殊的处理,如铺砂浆、刷界面剂等,以提高层间结合质量。在碾压完成后,要对混凝土表面进行检查,如发现表面有裂纹、起皮等现象,要及时进行处理。

3.4 切缝与养护

切缝是为了防止碾压混凝土因温度变化和干缩等原因产生裂缝而设置的。切缝的时间应根据混凝土的强度增长情况和气温条件进行确定,一般在混凝土浇筑后24-48h进行。切缝的深度和间距应根据大坝的设计要求和混凝土的收缩特性进行确定,一般切缝深度为混凝土厚度的1/3-1/2,切缝间距为10-20m。切缝时要采用专用的切缝机,保证切缝的直线度和深度符合要求^[1]。切缝完成后,要及时对切缝进行清理和填缝处理,防止杂物进入切缝影响切缝的效果。养护是保证碾压混凝土强度增长和耐久性的重要措施。养护时间一般不少于28d。养护方法可采用覆盖保湿养护、喷水养护等。在养护过程中,

要保持混凝土表面湿润,避免混凝土表面干燥开裂。同时要注意养护期间的温度控制,避免混凝土因温度过高或过低而影响强度增长。

4 碾压混凝土施工质量控制要点

4.1 原材料质量控制

原材料质量控制是保障碾压混凝土施工质量的关键基石。必须建立一套严格且完善的原材料采购、检验和验收制度。在采购环节,要选择信誉良好、质量可靠的供应商,确保所采购的原材料来源正规。检验过程中,要依据相关标准和设计要求,对水泥的强度、安定性、凝结时间,骨料的粒径、级配、含泥量,外加剂的性能等指标进行全面细致的检测。对于每一批次的原材料,都要进行定期检验,不能有丝毫懈怠。一旦发现不合格的原材,必须立即清理出场,严禁使用。原材料的储存和保管工作也不容忽视,水泥要存放在干燥、通风的仓库中,防止受潮结块;骨料要分类堆放,避免混杂,并做好防雨、防尘措施;外加剂要密封保存,防止挥发和变质。只有做好原材料的储存和保管,才能确保原材料的质量在施工过程中始终保持稳定,为碾压混凝土的质量提供有力保障。

4.2 配合比控制

配合比控制是确保碾压混凝土性能的核心要素。在施工过程中,必须严格按照设计配合比进行投料,任何人员都不得随意更改。因为设计配合比是经过科学计算和大量试验得出的,能够满足碾压混凝土的强度、耐久性等性能要求。然而,原材料的性质会受到多种因素的影响而发生变化,施工实际情况也可能与预期有所不同。因此要根据原材料的变化和施工实际情况,及时对配合比进行调整和优化。但配合比的调整不能盲目进行,必须经过严格的试验验证。通过制作试件并进行性能测试,确保调整后的配合比能够满足混凝土的性能要求,从而保证碾压混凝土的质量稳定可靠。

4.3 施工过程质量控制

施工过程质量控制是碾压混凝土施工质量控制的核心环节。必须加强对施工各个环节的监督和检查,确保施工工艺和操作规程得到严格执行。在混凝土拌和过程中,要严格控制拌和时间,确保混凝土充分搅拌均匀,使各种原材料充分融合。同时要规范投料顺序,按照先干后湿的原则进行投料,避免出现结块等现象,还要准

确控制原材料用量,保证每一盘混凝土的配合比准确无误。在运输过程中,要采取有效的措施防止混凝土离析、泌水和温度损失。在摊铺和碾压过程中,要精确控制摊铺厚度,保证混凝土层厚均匀一致。严格按照规定的碾压遍数和压实度进行碾压,确保混凝土的平整度和层间结合质量。同时要做好施工记录,对施工过程中的各项参数和情况进行详细记录,以便于质量追溯和问题分析,为后续的施工提供参考和依据。

4.4 成品质量检验

在混凝土浇筑完成后,必须按照相关标准和规范对混凝土进行全面、细致的质量检验。检验内容涵盖混凝土的强度、抗渗性能、平整度、层间结合质量等多个方面。对于强度检验,要采用标准试件进行抗压强度试验。按照规定的养护条件和时间对试件进行养护,然后使用专业的试验设备进行抗压强度测试,以确定混凝土的强度是否达到设计要求^[4]。对于抗渗性能检验,要采用抗渗试件进行抗渗试验。如果发现混凝土质量不符合要求,要及时进行分析和处理。对于局部质量问题,如表面裂缝、蜂窝麻面等,可以进行修补或返工处理,确保局部质量达到标准。对于大面积质量问题,要制定专门的处理方案,组织专业人员进行研究和处理,确保大坝的质量安全,避免因质量问题给工程带来严重的后果。

结束语

水利工程大坝施工中,碾压混凝土施工技术具有显著优势,但也面临诸多挑战。通过做好施工前的各项准备工作,严格把控施工工艺流程,加强施工过程质量控制,并重视成品质量检验,可有效提高碾压混凝土施工质量,保障大坝工程的安全与稳定。未来,随着技术的不断进步,碾压混凝土施工技术将不断完善,为水利工程的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]杨猛,余超.水利工程中碾压混凝土大坝施工技术的应用[J].水上安全,2023(4):182-184.
- [2]王永嘉,陈璐.水利水电工程碾压混凝土大坝施工技术[J].工程建设(维泽科技),2023,6(8):143-145.
- [3]蒋勇.水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术分析[J].低碳世界,2023(11):46-48.
- [4]张生武.水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术[J].水上安全,2024,(04):169-171.